

# IL MODELLO DIGITALE DEL TERRENO COME SUPPORTO DECISIONALE PER INTERVENTI DI VALORIZZAZIONE DEL TERRITORIO MONTANO

**R. Chiabrando (\*)**, **G. Garnero (\*)**, **D. Godone (\*)**, **A. Caimi (\*\*)**,  
**S. Stanchi (\*\*)**, **E. Zanini (\*\*)**, **D. Aigotti (\*\*\*)**, **M. Calafiore (\*\*\*)**,  
**C. Rossi (\*\*\*)**, **R. Giannini (\*\*\*\*)**, **M. Quaglia (\*\*\*\*)**

(\*) Università degli Studi di Torino, DEIAFA – Topografia e Costruzioni Rurali

(\*\*) Università degli Studi di Torino, DIVAPRA – Chimica Agraria [silvia.stanchi@unito.it](mailto:silvia.stanchi@unito.it)

(\*\*\*) Provincia di Torino, Settore Difesa del Suolo [cristina.rossi@provincia.torino.it](mailto:cristina.rossi@provincia.torino.it)

(\*\*\*\*) Cooperativa CORINTEA a.r.l. [m.quaglia@corintea.it](mailto:m.quaglia@corintea.it)

---

## Introduzione

---

Con D.G.P. 1655-268964/2001 del 18.12.2001 è stato avviato dalla Provincia di Torino il Progetto strategico “Manutenzione del Territorio”.

Il Progetto è scaturito dalle risultanze del Convegno sulla Manutenzione del Territorio (Torino, marzo 2001) in cui è stato puntualizzato il concetto di “manutenzione ordinaria” del territorio, per certi versi innovativo, per altri un ritorno alle tradizionali pratiche da sempre retaggio delle popolazioni montane e contadine in genere; intendendo con tale termine indicare non gli interventi costituiti da grandi opere, regimazioni, opere idrauliche e quant’altro, ma da interventi manutentivi meno pesanti, diluiti nel tempo, mirati ad evitare il realizzarsi di eventi calamitosi più che a curarne i danni.

È stato, infatti, osservato che interventi di manutenzione, se eseguiti in un momento di emergenza o comunque isolati fra loro, sono talvolta inefficaci se non addirittura dannosi perché progettati senza tener conto degli effetti nel tempo, degli effetti nello spazio (a valle e a monte dell’opera) e degli effetti sulle altre componenti del sistema. (AA.VV., 2001).

Tra le iniziative della Provincia c’è la redazione di Piani Operativi di Manutenzione in area montana (comunale e/o di comunità montana), individuando gli interventi, la loro periodicità e l’Ente ed il soggetto responsabile (l’autorità locale preposta alla manutenzione territoriale).

La complessità del territorio montano e collinare ha evidenziato l’esigenza di utilizzare uno strumento versatile per la gestione dei molteplici dati necessari alla pianificazione.

Con i S.I.T. sono stati integrati i dati

di inquadramento della zona di studio, nella fattispecie: elementi morfometrici, caratteri idrografici e idrologici, assetto geologico e geomorfologico, caratteristiche pedologiche e vegetazionali. Successivamente le informazioni sono state organizzate per l'individuazione dei dissesti e la stesura delle linee guida di intervento.

## Materiali e metodi

La Provincia di Torino ha individuato due bacini pilota; il primo, non oggetto della presente memoria ha interessato un ambito prettamente montano (Alta Valle di Susa), il secondo, scelto per questa relazione, perché caratterizzato da una maggior spettro di variabili, è situato in Valle Sacra.

L'area di studio, individuata dal bacino del torrente Piova, ha un'estensione pari a circa 3000 ettari e si sviluppa tra una quota minima di 370 metri (confluenza con il torrente Orco) ed una massima di 2406 metri.

Il modello adottato è stato sviluppato a partire da materiale cartografico esistente, successivamente riclassificato e sottoposto ad overlay in ambiente GIS.

La base topografica è data dalla CTR 1: 10.000, cui sono stati sovrapposti l'altimetria della Regione Piemonte, la Carta Geologica, la Carta della Copertura del Suolo.

L'insieme dei suddetti elementi ha permesso la conoscenza basilare della realtà territoriale, mentre l'integrazione con ricognizioni in campo ha permesso di raffinare tale conoscenza e di produr-

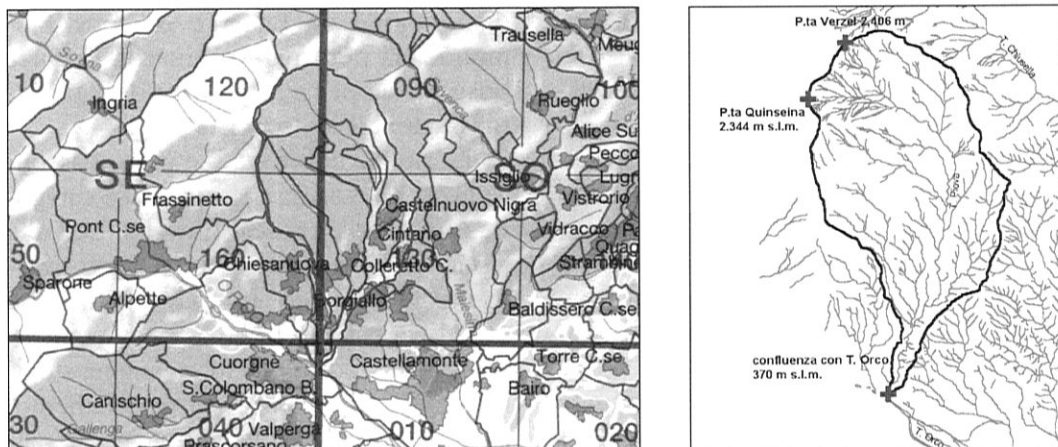
re i primi elaborati cartografici; in questa fase del processo è stata realizzata la prima carta derivata: la **Carta dei dissesti**.

Principale obiettivo di questa fase è la razionalizzazione della gestione dei dati di base della zona di studio con la reale possibilità di aggiornamento e integrazione dei vari livelli informativi. Si deve cioè superare il concetto della semplice archiviazione dei vari dati e della semplice consultazione visiva a favore di un approccio più attivo con una maggiore interazione operatore – dati.

Nelle ricognizioni in campo, oltre a migliorare la conoscenza del territorio, sono state rilevate le situazioni critiche con particolare riguardo alle situazioni con carenza o assenza di interventi manutentivi. Integrando le informazioni precedentemente acquisite o già in possesso dell'operatore è stato possibile generare una seconda carta derivata: la **Carta delle criticità**.

Obiettivo di questa fase è l'arricchimento e l'aggiornamento del repertorio di dati in possesso dell'operatore con le informazioni provenienti dalla ricognizione in campo e quindi l'integrazione tra cartografia e dati territoriali.

La definizione degli ambiti e degli interventi ha richiesto un ulteriore approfondimento della conoscenza della zona con ulteriori contributi dei S.I.T. che hanno permesso di integrare le precedenti informazioni con dati riguardanti la morfologia del territorio. In tale fase è stato generato il modello digitale ed è stato utilizzato come contributo alla valutazione delle priorità di intervento. Durante le elaborazioni è stato comunque effettuato un sopralluogo per la ve-

FIGURA 1) *Inquadramento territoriale*

tifica dei risultati; da detta ricognizione sono emersi ulteriori elementi per l'esecuzione dello studio che hanno contribuito a raffinare il risultato finale la produzione della **Carta degli ambiti e la Carta degli interventi**.

Obiettivo di quest'ultimo stadio è la necessità dell'integrazione dei dati con la componente altimetrica e l'influenza di questo aspetto nella pianificazione di interventi in zona montana o collinare. Come precedentemente accennato non si è trattato di una semplice elaborazione, ma il processo ha comportato un confronto con la realtà territoriale per ribadire la necessità di un continuo confronto con il territorio in esame.

Per valutare le possibili fonti di dissesto idrogeologico nel bacino pilota è stato utilizzato un modello parametrico a punteggio semplice, che ha permesso di avere una visione sintetica dei principali fattori predisponenti il dissesto.

Le fasi principali del lavoro sono state così articolate:

- definizione dei tematismi ambientali di base (in formato vettoriale) che maggiormente influenzano la stabilità dei versanti, la dinamica torrentizia ed i processi erosivi
- riclassificazione delle carte di base (input del modello), attribuendo a ciascuna classe di ciascun tematismo considerato un valore di criticità. Tale valore va da un minimo di 1 (criticità molto bassa) ad un massimo di 5 (criticità molto elevata)
- rasterizzazione delle carte di criticità così ottenute ed *overlay* tramite sommativa dei parametri considerati (*Map Calculator* di *Spatial Analyst*).

Come già anticipato, ai fini della riclassificazione sono stati presi in considerazione:

- geologia
- copertura del suolo (carta delle coperture forestali ed altri usi del suolo)
- pendenza dei versanti (da isoipse 10 m).

L'elaborazione cartografica è stata interamente condotta con il software *Arcview* 3.2, che ha consentito la realizzazione dei tematismi di base in formato vettoriale, mentre la successiva elaborazione, l'analisi spaziale, è stata condotta nell'ambiente raster di *Spatial Analyst*.

Le informazioni relative alla geologia di questo territorio sono state fornite dalla Carta Geologica d'Italia F. 42 (Ivrea).

La riclassificazione è stata effettuata sulla base delle caratteristiche litologico-strutturali, che rappresentano una delle maggiori cause potenziali d'instabilità di versante, come evidenziato da numerosi studi sulla fragilità del territorio e la prevenzione ed il monitoraggio dei rischi, effettuati a scala provinciale.

Da tali studi è infatti emerso che la massima incidenza di aree montane interessate da instabilità di versante (in particolare da fenomeni franosi) si ha su calcescisti, seguiti dal complesso basico delle "pietre verdi" (serpentiniti, prasiniti), mentre gneiss e granitoidi risultano in generale più stabili, ma sono interessati quasi esclusivamente da fenomeni di crollo, che possono avere elevata pericolosità, nonostante la modesta estensione areale.

A partire da queste osservazioni, nella riclassificazione della Carta Geologica è stato quindi attribuito il minimo grado di criticità alle formazioni granitiche, quello intermedio alle formazioni scisto-se (poco rappresentate nell'area) ed il massimo ai depositi di origine diluviale.

La carta della copertura del suolo è stata costruita sulla base delle indicazioni fornite dai PFT (Piani Forestali Territoriali, in fase di pubblicazione), messe a

disposizione da IPLA e Regione Piemonte, sia per quanto riguarda la parte boscata, sia per gli altri tipi di copertura (Regione Piemonte, 1997).

Le tipologie forestali e prato-pascoli possono essere raggruppate in categorie in base alle specie prevalenti ed alla fascia altimetrica occupata, e successivamente riclassificate in base a funzione protettiva rispetto ad erosione, movimenti superficiali di versante, valanghe, stabilità fisica e meccanica del popolamento, posizione evolutiva del popolamento nella serie vegetazionale.

Le restanti tipologie di copertura del suolo possono essere poi riclassificate basandosi sul grado d'impermeabilizzazione del suolo e sulla suscettibilità a fenomeni erosivi e d'instabilità, dovute essenzialmente ad interventi antropici e pratiche gestionali.

Il massimo grado di criticità verrà quindi attribuito a macereti e depositi incoerenti, popolamenti erbacei o arbustivi caratterizzati da un basso grado di copertura del suolo, rimboschimenti fuori areale, cedui invecchiati, aree agricole abbandonate; il minimo grado a cenosi che colonizzano aree a forte pendenza potenzialmente interessate da forti processi erosivi ed a popolamenti che possono contribuire a stabilizzare il versante (soprattutto con l'azione dell'apparato radicale e l'apporto al suolo di sostanza organica).

Nelle classi intermedie si troveranno invece le categorie costituite da prato-pascoli, boschi gestiti (da valutare in campo), boschi di neoformazione.

Per ottenere una prima carta delle pendenze, da utilizzare per le successive

ricognizioni in campo e la schedatura dei dissesti, occorre elaborare un modello digitale del terreno (DTM) per interpolazione delle curve di livello. Per questo scopo si è adottato un modello digitale a maglia regolare con celle di 25 m di lato, che consente di apprezzare in modo significativo l'elevata variabilità topografica tipica dei bacini montani.

Una suddivisione ottimale in classi di pendenza può considerare 5 intervalli con grado di criticità crescente (0-10%; 10-20%; 20-40%; 40-60%; >60%).

Tali intervalli sono significativi in relazione ai fenomeni di erosione superficiale ed ai fenomeni gravitativi ed all'instabilità di versante. Assumono un ulteriore significato in relazione alla meccanizzazione forestale, in quanto rappresentano i limiti cui si fa comunemente riferimento in letteratura per la scelta dei metodi di taglio ed esbosco (Hippoliti, 1997).

In bacini montani, porzioni significative di territorio presentano una pendenza media maggiore del 40% (classe 4), che costituisce un forte limite per la meccanizzazione forestale e l'accesso al bosco, e di conseguenza anche per le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria del territorio.

I valori di criticità potenziale relativi alle singole carte vengono infine sommati attraverso *overlay* nell'ambiente *raster* di *Spatial Analyst*, come illustrato in Tabella 1.

Si giunge così ad una valutazione complessiva della criticità potenziale del territorio legata alle dinamiche di versante e fluviali, ed alla suscettibilità all'erosione idrica.

| Classe di criticità potenziale | Intervallo di valori totali |
|--------------------------------|-----------------------------|
| Molto bassa                    | 1-3                         |
| Bassa                          | 3-6                         |
| Media                          | 6-9                         |
| Forte                          | 9-12                        |
| Molto forte                    | 12-15                       |

TABELLA 1) *Classi di criticità potenziale*

Essa è sintetizzata nella Carta delle Criticità, che diviene la base per pianificare i sopralluoghi e per evidenziare aree che, ad un primo esame, richiederanno maggiore attenzione.

I valori di criticità più elevata si ritrovano in aree a forte pendenza caratterizzate da suolo nudo o copertura vegetale limitata.

Il modello parametrico descritto consente di suddividere un'area complessa per morfologia, uso del suolo, geologia in classi a diverso grado di criticità.

Tale gerarchia permette innanzitutto di stabilire priorità ed ambiti di intervento sul territorio, ed in secondo luogo di individuare zone in cui la pianificazione richiede particolare attenzione.

La definizione delle criticità presenti sul territorio diventa punto di partenza per i successivi sviluppi del lavoro, ed in particolare per la definizione delle linee guida per la manutenzione ordinaria del territorio.

La **Carta degli Ambiti** deriva quindi direttamente dalla **Carta delle Criticità**, integrata con le osservazioni puntuali effettuate in campo e georeferenziate.

Per ambiti omogenei sono state poi

proposte simili tipologie d'intervento, arrivando a definire concettualmente un abaco criticità – intervento riproponibile, pur con i necessari adattamenti, a nuovi contesti ambientali che necessitino di interventi di manutenzione capillare del territorio. Il momento dell'analisi riassume e integra tutto il lavoro e le informazioni tecniche e interpretative raccolte negli step precedenti.

È quindi possibile tracciare i confini concettuali e cartografici delle **Unità d'ambito**, porzioni del territorio che presentano problematiche analoghe e richiedono pratiche simili di interventi manutentivi.

---

## Risultati e discussione

---

La finalità della **Carta degli Ambiti**, nel suo riassumere tutte le informazioni ottenute nel lavoro precedentemente svolto, è l'individuazione delle **Unità d'ambito**.

La **Carta degli Ambiti** deriva direttamente dalla **Carta della Criticità**, ottenuta per sommatoria delle Carte di base riclassificate in formato *raster* (*Spatial Analyst*).

Il modello adottato, descritto in precedenza, è di tipo parametrico a punteggio semplice.

I valori di criticità potenziale relativi alle singole coperture sono sommati con operazioni sequenziali in ambiente *raster* (*Spatial Analyst*).

Si arriva così ad avere una valutazione globale delle criticità del territorio, legata alle dinamiche fluviali o di versante ed alla suscettibilità di erosione idrica.

Alla valutazione delle criticità potenziali viene affiancata un'identificazione dei fenomeni di dissesto, effettuata in campo, che permette l'integrazione delle informazioni ottenute per semplice elaborazione cartografica con dati reali.

La **Carta degli Ambiti** permette quindi di individuare le porzioni di Territorio, i tratti d'alveo e anche i manufatti in cui si sia riscontrata qualsiasi tendenza, per motivi naturali o antropici, alla riduzione della funzionalità ecologica ed idraulica e, quindi, all'innescarsi del fenomeno del dissesto territoriale.

Di seguito si riporta la legenda di riferimento (Figura 1) alla scala 1:10.000.

Sulla base delle risultanze della **Carta degli ambiti** è stata elaborata la **Carta degli Interventi** (Figura 2) di manutenzione del Territorio che propone le tipologie di intervento, codificate e descritte in modo dettagliato.

In particolare è stata elaborata una matrice-guida **Ambiti-Interventi** che suggerisce, per ciascuna **Unità d'Ambito** individuata e descritta una tipologia manutentiva ritenuta ottimale, tenendo conto dei fattori sia ambientali che operativi ed economici.

Tale elaborato costituisce lo strumento fondamentale per il passaggio dalla fase decisionale e pianificatoria a quella di intervento e gestione.

---

## Conclusioni

---

La succitata matrice guida deve diventare uno strumento di riferimento, per la pianificazione del territorio attraverso l'arricchimento delle Unità d'Am-



# Carta degli ambiti caratterizzati da carente o assente manutenzione

## LEGENDA

### Ambito di studio



Limite bacino idrografico



Limite sottobacino idrografico

Rete idrografica

Cause che predispongono ad una riduzione della funzionalità ecologica ed idraulica dei corsi d'acqua



2- Tratti d'alveo caratterizzati dalla presenza della vegetazione arbustiva ed arborea che tende ad ostacolare il deflusso regolare delle piene ricorrenti



3- Tratti d'alveo con tendenza all'accumulo, localizzabile e circoscritto di materiali mobili l'alveo ostacolato e parzialmente il regolare deflusso

4- Tratti d'alveo, mediana pari a 50, a monte di attraversamenti con tendenza all'accumulo di materiale vegetale (fiorini, rami, ecc...) e altro materiale (fieno, plastica, ecc...) la grado di ostruzione la sezione di deflusso.

Tipologie di attraversamenti



Sezione circolare, diametro inferiore a 120 cm



Passerelle, sezione con area inferiore o eguale a 5 mq



Sezione ad arco, sezione con area inferiore a 6,50 mq

5- Tratti d'alveo, mediana pari a 20, la corrispondenza di opere minori di attraversamento strada e ponti, tombi, sfiocchi e tratti d'alveo caratterizzati e circoscritti con tendenza all'accumulo di depositi misti di altro materiale la grado di ostruzione la sezione di deflusso.

Tipologie di attraversamenti



Sezione circolare, diametro superiore a 120 cm



Passerelle, sezione con area superiore a 5 mq



Sezione ad arco, sezione con area superiore a 6,50 mq

Cause che predispongono ad una instabilità dei versanti



6- Settori di versante in cui le rettifiche e di dissesto sono soggette nel tempo a peggioramento del deflusso



7- Opere di discolo e di dissesto localizzate lungo il sistema idrico minore (fiume, canale, ecc...) soggette nel tempo a peggioramento del deflusso



8- Settori di versante con tendenza alla formazione di fessure la grado di facilitare l'infiltrazione delle acque superficiali



9- Settori di versante con tendenza all'accumulo di massi e rocce



10- Settori di versante in cui le coperture vegetazionali tendono a predisporre l'instabilità



10a- Settori di versante con tendenza "4" in cui le coperture vegetazionali tendono a predisporre l'instabilità



10b- Settori di versante con tendenza "5" in cui le coperture vegetazionali tendono a predisporre l'instabilità



13- Tendenza al deterioramento di opere di protezione spondali (costringere le materiali solerti, gabionate, muretti ecc...) per l'assenza di manutenzione strutturale e/o al piede

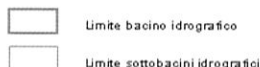
Scala 1:10.000

FIGURA 2) *Legenda Carta degli Ambiti*

# Carta degli interventi di manutenzione del territorio

## LEGENDA

### Ambito di studio



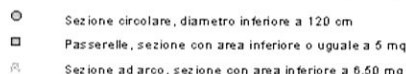
### Rete idrografica

### Interventi in alveo

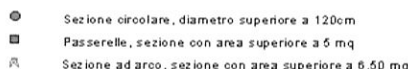
2- Tratti d'alveo da mantenere attraverso una periodica rimozione di vegetazione arbustiva ed arborea, distinti secondo la priorità di intervento:



4- Tratti d'alveo, mediamente pari a m 50, a monte di attraversamenti da mantenere attraverso una periodica rimozione di materiale vegetale e altro materiale (litoidi, plastico, ecc...)

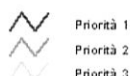


5- Tratti d'alveo, mediamente pari a m 20, in corrispondenza di opere minori di attraversamento stradale (ponticelli, tombini, sifoni) e tratti d'alveo canalizzati nei centri urbani da mantenere attraverso una periodica rimozione di depositi litoidi o di altri materiali



### Interventi sui versanti

7- Opere di scolo e di drenaggio localizzata lungo il sistema viario minore (piste, sentieri, ecc...) soggette nel tempo a un peggioramento dei deflussi



10a- Interventi sulle coperture vegetazionali che predispongono il versante all'instabilità su rimboschimenti

10b- Interventi sulle coperture vegetazionali che predispongono il versante all'instabilità su castagneti

### Stazioni di monitoraggio

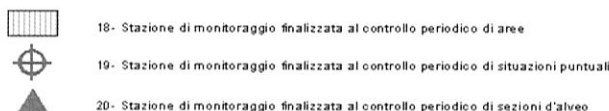


FIGURA 3) *Legenda Carta degli Interventi*



bito e delle Unità di Intervento, grazie all'inserimento di nuovi bacini di studio.

Infatti, la metodologia proposta si pone come obiettivo la definizione dell'intervento manutentivo in relazione unicamente alla tipologia di dissesto e non tanto al contesto specifico.

Lo studio ha permesso di definire il metodo di riferimento da adottare in futuro; il successivo obiettivo è la stesura di un manuale di interventi manutentivi, in grado di definire modalità e tempi di intervento, derivati dall'analisi di un repertorio sempre più vasto di casi studio.

## Bibliografia

AA.VV. (2001), "La manutenzione del territorio", Atti Convegno Torino, 9 marzo 2001, Provincia di Torino.

Regione Piemonte – Ass.to Economia Montana e Foreste – Settore Economia Montana e Foreste (1997), "I tipi Forestali del Piemonte", IPLA, Torino.

G. HIPPOLITI (1997), *Appunti di meccanizzazione forestale*, Studio Editoriale Fiorentino, Firenze, pp 313-316

AA.VV., 1996, *Landslides Investigation and mitigation*. Special Report 247, Transportation Research Board National Academy Press, 671 pp.

AHRENDT H., 1972, *Zur Stratigraphie, Petrographie und zum tektonischen Aufbau der Canavese-Zone und ihrer Lage zur Insibirischen Linie zwischen Biella und Cuornè (Norditalien)*. Göttinger Arb. Geol. Paläont., 11, 1-89.

BAGGIO P., 1963, *Osservazioni geologiche sulla Zona del Canavese s.s., nel tratto Cuornè-Issiglio (Prealpi Piemontesi)*. Atti Acc. Sci. Torino, 97, 457-478.

BAGGIO P., 1963b, *Sulla presenza di una Se-*

*rie Titonico-Cretacea nel Canavese s.s.* Atti Ist. Veneto Sci. Lett. Arti, 121, 215-234.

BAGGIO P., 1965a, *Geologia della Zona del Canavese nel settore occidentale Levone-Cuornè (Prealpi Piemontesi)*. Mem. Acc. Patavina S.M.N., 77, 41-72.

BAGGIO P., 1965b, *Caratteri stratigrafici e strutturali del Canavese s.s. nella zona di Montalto Dora (Ivrea)*. Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, 25, 1-25.

BIINO G. & COMPAGNONI R., 1989, *The Canavese Zone between the Serra d'Ivrea and the Dora Baltea River (Western Alps)*. *Eclogae geol. Helv.*, 82, 413-427.

BIINO G., CASTELLI D. & ROSSETTI P., 1986, *Plutonisme acide et basique dans le socle de la Zona du Canavèse: relations entre le "granite de Belmonte" et les gabbros dans la région de Cuornè (Alpes occidentales)*. C.R. Acad. Sci. Paris, 303, 1473-1476.

BIINO G., COMPAGNONI R. & NALDI M., 1988, *The Canavese Zone near Ivrea (Western Alps)*. *Rend. Soc. Geol. It.*, 11, 85-88.

ENEL 1990, *Relazione sul rilevamento geologico strutturale in scala 1:100.000 del sistema di dislocazioni Canavese-Cremosina e del Massiccio Dora-Maira*.

FENOGLIO M., 1930, *Studi petrografici sulla Zona del Canavese. Il granito di Belmonte*. *Per. Min.*, 3, 213-258.

FENOGLIO M., 1933, *Studi petrografici sulla Zona del Canavese. Gabbri anfibolitici, lherzoliti e serpentine*. *Per. Min.*, 4, 42-85.

FENOGLIO M., 1955, *Limiti occidentali della Zona Ivrea-Verbano e i suoi rapporti con la Zona del Canavese*. *Atti Acc. Sc. Torino*, 90, 284-296.

FRANCHI S., 1905, *Appunti geologici sulla Zona diorito-kinzgitica Ivrea-Verbano e le formazioni adiacenti*. *Boll. R. Comit. Geol. It.*, 36, 270-298.

ISSEL A., 1893, *Appunti geologici sui colli di Baldissero (Canavese)*. *Boll. Soc. Geol. It.*,

12, 255.

NOVARESE V., 1929, *La Zona del Canavese e le formazioni adiacenti*. Mem. descr. Carta Geol. It., 12, 255.

QUAGLIOLO P., 1986, *Studio geologico della "Zona del Canavese" nel settore di Castellamonte*. Tesi di Laurea inedita, Univ. Studi Torino. 94 p.

SHMID S. M., ZINGG A. & HANDY M., 1987, *The kinematics of movements along the Insubric Line and the emplacement of the Ivrea Zone*. Tectonophysics, 135, 47-66.

SPITZ A., 1919, *Liassfossilien aus dem Canavese*. Verhandl. k. k. Geol. Reichsanstalt, 11, 317-325.

WOZNIAK J., 1977, *Contibution à l'étude des Alpes occidentales internes. La région du Canavèse (Italie)*. Thesis, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris.

ZINGG A., HUNZIKER J.C., FREY M. & AHRENDT H., 1976, *Age and degree of metamorphism of the Canavese Zone and of the Sedimentary Cover of the Sesia Zone*. Schweiz. Min. Petr. Mitt., 56, 361-375.